

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-094605

(43)Date of publication of application : 16.04.1993

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 03-278640

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.09.1991

(72)Inventor : AKIYAMA JUNICHI

OSAWA YUICHI

IWASAKI HITOSHI

KONDO REIKO

TATEYAMA KOICHI

OTA TOSHIHIKO

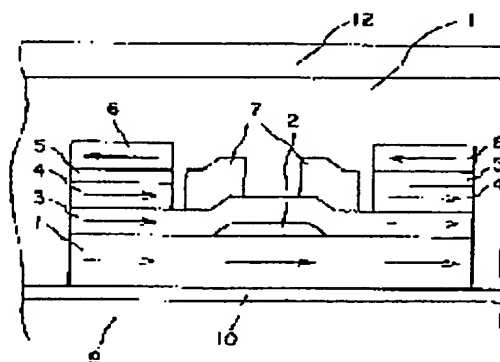
YODA HIROAKI

### (54) MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE MAGNETIC HEAD

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the magneto-resistance effect type magnetic head which can effectively apply a vertical bias to an MR element film without generating an unnecessary leak magnetic field while using a ferromagnetic material.

**CONSTITUTION:** This magneto-resistance effect type magnetic head is constituted by successively laminating a 1st ferromagnetic film 4 which is magnetized in a prescribed direction in the longitudinal direction of the magneto-resistance effect type magnetic film (MR element film) 1, a nonmagnetic film 5, and a 2nd ferromagnetic film 6 which is magnetized in the direction reverse from the direction of the 1st ferromagnetic film 4 in the longitudinal direction of the MR element film 1 on the MR element film 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	30.09.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3086731
[Date of registration]	07.07.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-94605

(43)公開日 平成5年(1993)4月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

7247-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平3-278640

(22)出願日 平成3年(1991)9月30日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 秋山 純一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 大沢 裕一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 岩崎 仁志

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

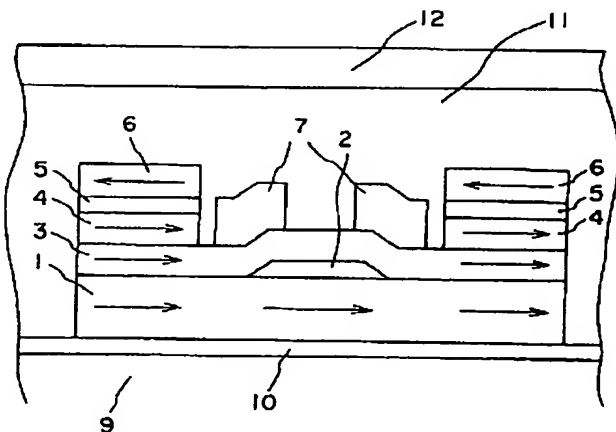
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

(57)【要約】

【目的】強磁性体を用いながら、不要な漏れ磁界を発生することなくMR素子膜に縦バイアスを効果的に与えることができる磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【構成】磁気抵抗効果素子膜(MR素子膜)1上に、該MR素子膜1の長手方向において所定の向きに磁化された第1の強磁性膜4、非磁性膜5、およびMR素子膜1の長手方向において第1の強磁性膜4と逆の向きに磁化された第2の強磁性膜6を順次積層した磁気抵抗効果型磁気ヘッド。



## 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】磁気抵抗効果素子膜と、

この磁気抵抗効果素子膜の上に配置され、該磁気抵抗効果素子膜の長手方向において所定の向きに磁化された第 1 の強磁性膜と、

この第 1 の強磁性膜の上に形成された非磁性膜と、

この非磁性膜の上に形成され、前記磁気抵抗効果素子膜の長手方向において前記第 1 の強磁性膜と逆の向きに磁化された第 2 の強磁性膜とを具備することを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

## 【請求項 2】磁気抵抗効果素子膜と、

前記磁気抵抗効果素子膜の磁界感知用領域の一方の面上に形成された第 1 の非磁性膜と、

この第 1 の非磁性膜および前記磁気抵抗効果素子膜の一方の面の該非磁性膜で覆われてない領域上に選択的に形成された導電性軟磁性膜と、

前記導電性軟磁性膜の上または前記磁気抵抗効果素子膜の他方の面上に形成され、該磁気抵抗効果素子膜の長手方向において所定の向きに磁化された第 1 の強磁性膜と、

この第 1 の強磁性膜の上に形成された第 2 の非磁性膜と、

この第 2 の非磁性膜の上に形成され、前記磁気抵抗効果素子膜の長手方向において前記第 1 の強磁性膜と逆の向きに磁化された第 2 の強磁性膜とを具備することを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

## 【請求項 3】磁気抵抗効果素子膜と、

前記磁気抵抗効果素子膜の磁界感知用領域上に選択的に形成された第 1 の非磁性膜と、

この第 1 の非磁性膜上および前記磁気抵抗効果素子膜の該非磁性膜で覆われていない領域上に形成され、該磁気抵抗効果素子膜の長手方向において所定の向きに磁化された第 1 の強磁性膜と、

この第 1 の強磁性膜の上に形成された第 2 の非磁性膜と、

この非磁性膜の上に形成され、前記磁気抵抗効果素子膜の長手方向において前記第 1 の強磁性膜と逆の向きに磁化された第 2 の強磁性膜とを具備することを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ハードディスク装置や VTR 等の磁気記録再生装置において再生ヘッドとして使用される磁気抵抗効果型磁気ヘッドに係り、特に磁気抵抗効果素子膜に対するバイアス付与手段に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気記録媒体に記録された信号を再生する方法としては、コイルを備えたいわゆるリング型磁気ヘッドを記録媒体に対して相対運動させ、電磁誘導によってコイルに誘起される電圧を検出する方法が広く用い

## 2

られている。一方、ある種の強磁性体の電気抵抗が外部磁界の強さに応じて変化する現象を利用した磁気抵抗効果型ヘッドも、記録媒体の信号磁界を検出する高感度ヘッドとして知られている [IEEE MAG-7, 150, (1971)]。この磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドという）は、記録媒体との相対速度に依存せずに大きな再生出力が取り出せる利点がある。近年、小型・大容量の磁気記憶装置の要求が高まり、それに伴いヘッドと記録媒体の相対速度が小さくなるため、このような特長を持つ MRヘッドの重要性は高まっている。

【0003】MRヘッドを実際に用いようとする場合、一般に 2 種のバイアス磁界を磁気抵抗効果素子（MR素子）に印加する必要がある。その一つは、MR素子のセンス電流と垂直な方向にかける横バイアスと呼ばれている磁界であり、MR素子の動作点を外部信号の大きさと検出信号の大きさが比例する線形領域に設定するためのバイアス磁界である。

【0004】この横バイアスの印加方法としては、特公昭53-37205、特公昭56-40406等に開示されているような、薄い非磁性膜を介してMR素子膜と軟磁性膜を併置し（このような軟磁性膜を S A L : soft adjacent layer という）、センス電流のつくる磁界を横バイアスとする自己バイアス方式や、特公昭53-25646等に開示されたシャントバイアス方式が提案されている。また、隣接したコイルに電流を流すことにより横バイアスをかける方法が特公昭53-37206等に示され、さらにMR素子膜に隣接した硬磁性膜を着磁させて横バイアスを与える方法が特公昭54-8291 等に開示されている。

【0005】MR素子に印加すべきもう一つのバイアス磁界は、本発明に係るMR素子のセンス電流に平行にかける縦バイアスと呼ばれる磁界であり、MR素子を単磁区化することで、多磁区性に起因するバルクハウゼン・ノイズを抑えるように働く。この縦バイアスを与える方法についても、従来から種々提案されている。

【0006】例えば、米国特許第4, 103, 315 明細書には、反強磁性膜と強磁性膜の交換結合によって、MR素子膜に均一な縦バイアスを印加する技術が開示されている。また、JOURNAL OF APPLIED PHYSICS VOL. 52, 2474, (1981) には、反強磁性膜として F e M n 膜を用い、MR素子膜として N i 80 F e 20 膜を用いた場合、MR素子膜に縦バイアスがかかるという実験が報告されている。さらに、IEEE TRANS. MAG-25, 3692 (1989) では、F e M n 膜をMR素子膜の端部にのみ配置した場合でも、MR素子膜の感磁部に縦バイアスがかかるという実験が報告されている。いずれの場合も、縦バイアス磁界によりバルクハウゼン・ノイズが抑制されている。

【0007】縦バイアスを与える他の方法として、横バイアスの場合と同様に、着磁させた強磁性膜を用いる方法も提案されている。例えば、米国特許第3, 840, 898 には薄い絶縁膜を介してMR素子膜と着磁された硬磁性膜

## 5

子膜界面の磁化が第1の強磁性膜の磁化の向きに固着されることにより、磁化挙動が安定化される。従って、MR素子膜端部において90度磁壁などの部分的磁区の発生を防ぐことが可能となり、バルクハウゼン・ノイズが大きく減少される。

【0020】また、第1の強磁性膜は非磁性膜を介してその上に設けられた第2の強磁性膜と静磁結合するため、第1および第2の強磁性膜がそれぞれ発生する磁束は、互いに閉ループを形成し、強磁性膜端部より発生する漏れ磁束は極めて小さなものになる。従って、シールド型MRヘッドのようにMR素子膜が媒体に近接している構造でも、漏れ磁束によって媒体上の磁化が消磁されることが少なくなる。しかも、漏れ磁束がMR素子膜に入りこみ難くなるため、一定のバイアスが能動領域にかかりやすくなり、良好な再生応答が得やすくなる。

【0021】さらに、第1の強磁性膜とMR素子膜との界面に第2の非磁性膜をバリア層として設けることにより、両者間での交換結合の強度を調節することができ、それにより縦バイアス磁界の強度を適切に調節することが可能となる。また、この非磁性膜はMRヘッド製造プロセス中や、MRヘッド使用時に発生する熱により生じるMR素子膜・強磁性膜界面での拡散防止層としても機能し、MRヘッドの信頼性を高める効果がある。

## 【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

(実施例1) 図1は、実施例1に係るMRヘッドの概略構成を示す断面図である。強磁性体基板9（例えばMnZnフェライト）上に、非磁性絶縁膜10（例えばSiNx: 100nm）が形成され、この非磁性絶縁膜10上に、ストライプ状のMR素子膜1（例えばNiFe: ~30nm）が形成されている。このMR素子膜1の能動領域、すなわち磁気記録媒体からの磁界感知用領域である中央部分に、第1の非磁性膜2（例えばTi: ~20nm）が形成されている。第1の非磁性膜2上と非磁性膜2で覆われていないMR素子膜1上に、導電性軟磁性膜3（例えばCo系アモルファス: 30nm）が形成されている。

【0023】軟磁性膜3上にMR素子膜1の長手方向両端上に位置して、縦バイアス用の第1の強磁性膜4としての硬磁性膜（例えばCo-20%Pt: ~45nm, 保磁力 $H_c = 120 \text{ kA/m}$ , 残留磁束密度 $B_r = 0.8 \text{ T}$ ）、非磁性膜5（例えばSiNx: ~10nm）、および縦バイアス印加用の第2の強磁性膜6としての硬磁性膜（Co-10%Pt: ~25nm,  $H_c = 50 \text{ kA/m}$ ,  $B_r = 1.4 \text{ T}$ ）が順次積層されている。ここで、強磁性膜4はMR素子膜1の長手方向の一方の向き（x方向）に磁化され、強磁性膜6はこれと逆向き（-x方向）に磁化されている。さらに、導電性軟磁性膜3上に、MR素子膜1の磁界感知用領域両端と外部の再生

## 6

回路とを電気的に接続するための導体リード（例えばA1）7が形成されている。

【0024】以上のMRヘッドの基本構成要素全体は、非磁性絶縁膜11（例えばSiO<sub>2</sub>膜: ~2μm）で覆われ、さらにその上にシールド用の軟磁性膜12（例えばCo系アモルファス: ~2μm）が形成されている。

【0025】このMRヘッドの製造工程を簡単に述べると、まず強磁性体基板9上に非磁性絶縁膜10、MR素子膜1を順次全面に形成し、その上に第1の非磁性膜2を形成した後、非磁性膜2を中央部分のみ残してパターンニングし、さらに導電性軟磁性膜3を全面に形成する。次に、MR素子膜1および軟磁性膜3を所定のストライプ状（MRストライプ状という）にパターンニングする。次に、第1の強磁性膜4を形成してこれをx方向に着磁させた後、第1の非磁性膜5を形成し、さらに第2の強磁性膜6を形成してこれを-x方向に着磁させる。次に、これら強磁性膜4、非磁性膜5および強磁性膜6の積層体をMR素子膜1の端部状のみ残してパターンニングする。そして、軟磁性膜3上に導体リード7を形成した後、非磁性絶縁膜11およびシールド用の軟磁性膜12を順次形成して、図1のMRヘッドが得られる。

【0026】この構造のMRヘッドを用いて、金属媒体の磁気ディスク上に1kFCIで記録された信号を再生して、再生特性を測定したところ、再生波形には不連続なジャンプが観察されず、バルクハウゼン・ノイズによる影響のない良好な再生波形が得られた。

【0027】本実施例において、導電性軟磁性膜3はMR素子膜1の動作点バイアス（横バイアス）を行うために設けられている。すなわち、この軟磁性膜3に直流電流を流すと、それにより誘起される磁界で配向した軟磁性膜3の磁化と、MR素子膜1の磁化が静磁結合し、MR素子膜1に動作点バイアスが印加される。

【0028】（実施例2）実施例1では、MR素子膜1の上に非磁性膜2と導電性軟磁性膜3を形成したが、図2に示す実施例2では逆に、MR素子膜1の下に非磁性膜2および導電性軟磁性膜3を形成している。このようにしても、実施例1と同様の効果が得られる。但し、このようにMR素子膜1を上にした場合、MR素子膜1を平坦にするように形成することが望ましい。従って、その場合はMR素子膜1と導電性軟磁性膜3の界面に存在する非磁性膜3の厚み分だけ、導電性軟磁性膜3を凹ませるか、非磁性膜2の形成およびパターンニング後にイオンミリング等で平坦化してから、MR素子膜1を形成することが望ましい。

【0029】実施例1、2において、縦バイアスが行われていることを確認するために、非磁性膜2および軟磁性膜3を除いた構造の図3に示すMRヘッドを作製した。諸元は、実施例1における非磁性膜2と導電性軟磁性膜3を省いた以外は同じである。このMRヘッドを外部磁界が印加できるヘルムホルツコイル内に置き、外部

生特性を測定した。実施例1～3と同様に、その再生波形は不連続なジャンプが観察されず、バルクハウゼンノイズによる影響がない良好な再生信号波形が得られた。本実施例においても、実施例1～3と同様に動作点バイアス（横バイアス）を行うため、C o 系アモルファスで形成した導電性軟磁性膜3を形成した。

【0041】また、この実施例4のようにMR素子膜1上に全面にバイアス用強磁性膜4、6が形成される構造のMRヘッドにおいては、縦バイアス用強磁性膜4、6が全面にあるため、MR素子膜1の端面にのみ縦バイアス用強磁性膜を形成する構造と比較して、該強磁性膜をパターニングする際のオーバーエッチングによるMR素子膜1やソフトフィルムバイアス用の導電性軟磁性膜3へのダメージをなくすることができるという、プロセス上の利点もある。

【0042】（実施例5）実施例4では、MR素子膜1の上に非磁性膜2と導電性軟磁性膜3を形成したが、図6に示す実施例5は逆にMR素子膜1の下に非磁性膜2および導電性軟磁性膜3を形成している。このようにしても実施例4と同様の効果が得られる。但し、このようにMR素子膜1を上にした場合、MR素子膜1を平坦にするように形成することが望ましい。従って、その場合はMR素子膜1と導電性軟磁性膜3の界面に存在する非磁性膜3の厚み分だけ、軟磁性膜3を凹ませるか、非磁性膜2の形成およびパターニング後にイオンミリング等で平坦化してから、MR素子膜1を形成することが望ましい。

【0043】以上の実施例4、5で述べたような構造のMRヘッドにおける基本的な設計基準としては、MR素子膜1、縦バイアス用の強磁性膜4、6および軟磁性膜3の（飽和磁束密度×膜断面積）をそれぞれMSMR、MS1、MS2、MSSALとくと、MSSAL+MSMR+MS1=MS2である。

【0044】なお、バイアス用強磁性膜4、6と非磁性膜5、MR素子膜1および導電性軟磁性膜3の積層順序は、

- (a) 1/3/4-5-6
- (b) 3/1/4-5-6
- (c) 4-5-6/3/1
- (d) 4-5-6/1/3

のいずれでも構わない。

【0045】（実施例6）実施例4、5では動作点バイアスを印加するために、導電性軟磁性膜3によるソフトフィルムバイアスを用いたが、図7に示されるように非磁性導電膜8（例えばTi、W）を導電性軟磁性膜3の代わりに形成してこれに電流を流し、それにより発生する磁界でMR素子膜1に動作点バイアスを印加することも可能である。

【0046】図7において、MR素子膜1はバイアス用強磁性膜4上に形成され、その上に非磁性導電膜8が形

成され、所定のストライプ形状にパターニングされている。この非磁性導電膜8に導体リード7が形成され、MRヘッドが構成される。この場合も、良好な再生信号波形が得られた。

【0047】（実施例7）図8は実施例7の原理図、図9はMRヘッドの構造を示す断面図である。この実施例では、MR素子膜1上に形成した強磁性膜4、6により基本的に縦バイアスをMR素子膜1に印加するが、この強磁性膜4、6に面内一軸異方性を付与することで、MR素子膜に横バイアスを印加したり、外乱等による強磁性膜の磁化の揺らぎによるバイアス変動を押さえることができる。以下、この一軸磁気異方性を与える方法について図8を用いて説明する。

【0048】MR素子膜1まで形成された基板上に、バイアス用強磁性膜4、6としてC o-P t膜をマグネトロンRFスパッタで形成する。その際の基板とターゲットの諸元を以下に示す。

・ターゲット：C o-20% P t, 3インチφ

・基板：2インチφ

・基板中心配置位置：(X, Y, Z) = (0, 0, 0)

・ターゲット中心配置位置：(X, Y, Z) = (15, 15, 15)

単位：cm

但し、X：MRストライプトラック方向

Y：MRストライプハイト方向

Z：基板垂直方向

すなわち、基板中心から見てターゲット中心がX、Y、Zどの方向からも45度傾いた方向にある状態に、基板およびターゲット配置を設定した。C o-P t粒子が基板上に斜め入射した状態で、第1、第2の強磁性膜4、6を非磁性膜5（SiNx～5nm）を介して形成した。飛来粒子の斜め入射により、斜めに柱状構造が成長する結果、その成長方向へ異方性が付与されることはよく知られている。この場合、MR素子膜1への横バイアスを印加するために、MR素子膜1上に斜め成長させた（トラック方向と45度）C o-P t膜に対して異方性を与えた。縦バイアス用の第1の強磁性膜4（C o-20% P t：～25nm）および第2の強磁性膜6（C o-20% P t：～55nm）は、それぞれ逆方向に磁化されている。

【0049】この積層膜の上に、MR素子膜1（NiFe）を形成して、図9のMRヘッドを作成した。この構造のMRヘッドで、各種媒体の磁気ディスク上に1kFCIで記録された信号を再生して、その再生特性を測定した。それらの再生信号波形には歪が少なく、また不連続なジャンプが観察されず、良好な横バイアスが印加されるとともに、バルクハウゼン・ノイズによる影響が抑圧されていることが確認された。

【0050】また、MRヘッドの再生特性の評価に使用する磁気ディスクの媒体のHcが低くなると、縦バイア

13

束がMR素子膜に入りこみ難くなることで、一定の縦バイアスがMR素子の能動領域にかかりやすくなり、良好な再生応答を得ることが可能となる。

【0063】さらに、第1の強磁性膜とMR素子膜との界面に非磁性膜のバリア層を介在させることによって、交換結合の度合いを調節できるので、縦バイアス磁界の強度を適切に調節することが可能となり、同時に該非磁性膜はMRヘッド製造プロセス中や、MRヘッド使用時に発生する熱に起因するMR素子膜・強磁性膜界面での拡散を防止でき、MRヘッドの信頼性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係るMRヘッドの断面図

【図2】実施例2に係るMRヘッドの断面図

【図3】実施例1の効果を確認するために試作したMRヘッドの斜視図

【図4】実施例3に係るMRヘッドの斜視図

【図5】実施例4に係るMRヘッドの断面図

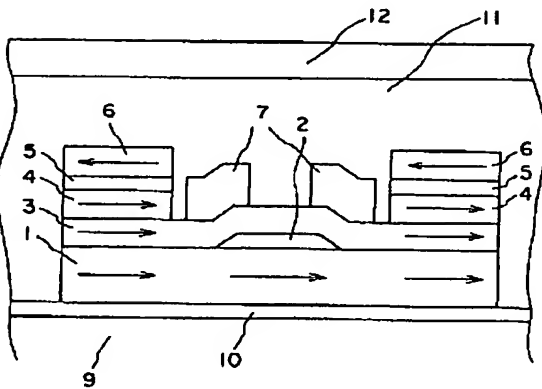
【図6】実施例5に係るMRヘッドの断面図

【図7】実施例6に係るMRヘッドの断面図

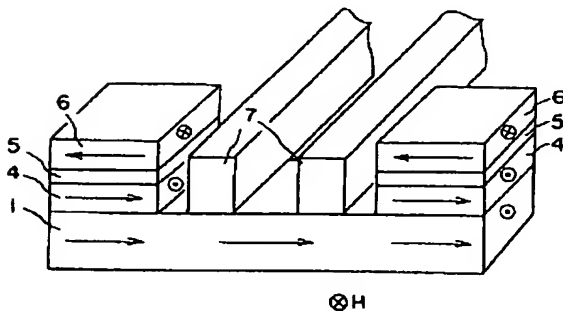
【図8】実施例7に係るMRヘッドの原理図

【図9】実施例7に係るMRヘッドの斜視図

【図1】

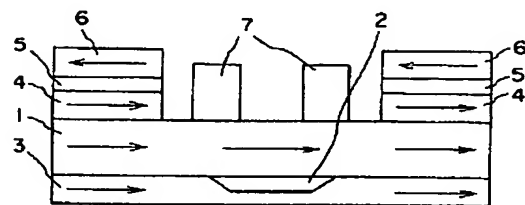


【図3】

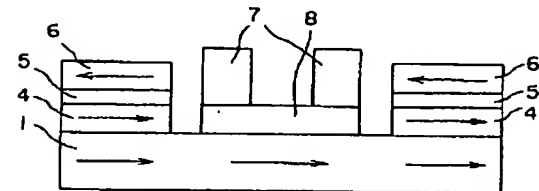


⊗H

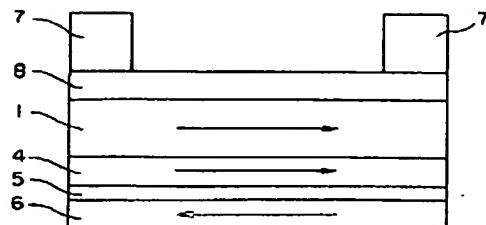
【図2】



【図4】



【図7】



【図10】実施例8に係るMRヘッドの断面図

【図11】実施例9に係るMRヘッドの断面図

【図12】実施例10に係るMRヘッドの断面図

【図13】実施例11に係るMRヘッドの断面図

【図14】実施例12に係るMRヘッドの断面図

【図15】実施例13に係るMRヘッドの断面図

【符号の説明】

1…磁気抵抗効果膜

2…第1の非磁

性膜（スペーサ）

3…軟磁性膜

4…第1の強磁

性膜

5…第2の非磁性膜

6…第2の強磁

性膜

7…導体リード

8…非磁性導体

膜（シャント層）

9…強磁性体基板

10…非磁性絶縁

膜

11…非磁性絶縁膜

12…シールド

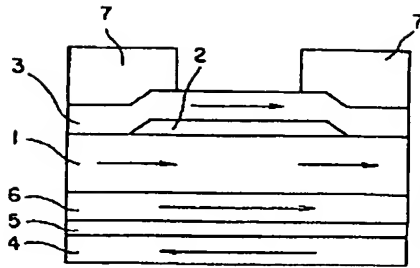
用軟磁性膜

20 13…非磁性膜

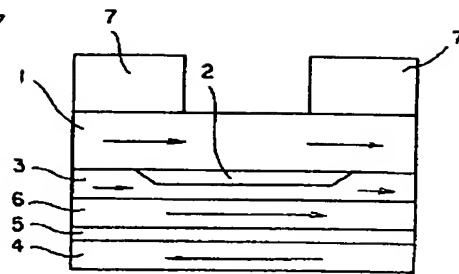
14…非磁性膜

15…非晶質軟磁性膜

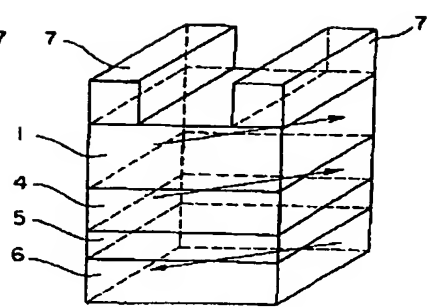
【図5】



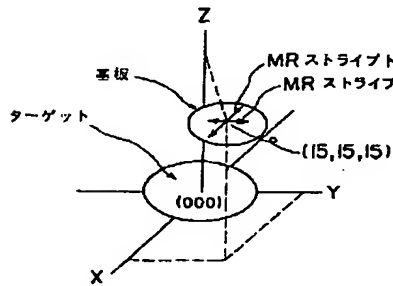
【図6】



【図9】

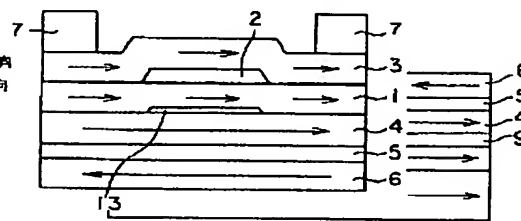


【図8】

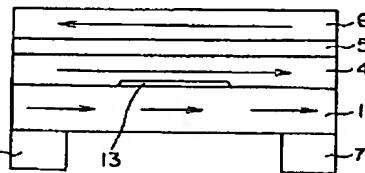


【図13】

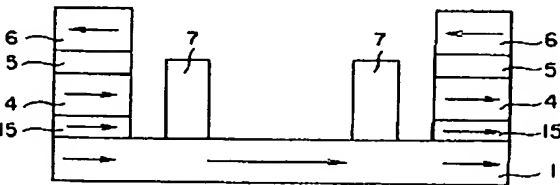
【図11】



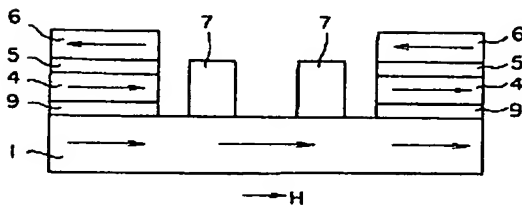
【図12】



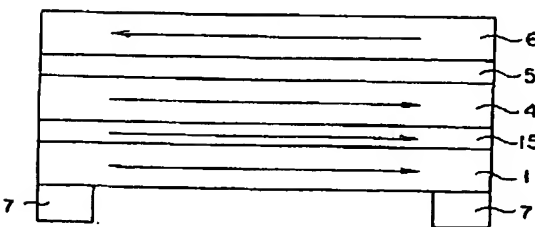
【図15】



【図10】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 玲子  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 館山 公一  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝総合研究所内



(72)発明者 大田 俊彦  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 奥田 博明  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝総合研究所内